

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-204121

(P2002-204121A)

(43) 公開日 平成14年7月19日 (2002.7.19)

(51) Int.Cl.⁷
H 01 Q 5/01
1/38
9/04
9/42

識別記号

F I
H 01 Q 5/01
1/38
9/04
9/42

テーマコード*(参考)
5 J 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-314055(P2001-314055)
(22) 出願日 平成13年10月11日 (2001.10.11)
(31) 優先権主張番号 特願2000-333708(P2000-333708)
(32) 優先日 平成12年10月31日 (2000.10.31)
(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000006264
三菱マテリアル株式会社
東京都千代田区大手町1丁目6番1号
595119486
(72) 発明者 株式会社エフ・イー・シー
石川県金沢市打木町東1414番地
横島 高雄
(74) 代理人 東京都文京区小石川一丁目12番14号 三菱
マテリアル株式会社移動体事業開発センター
内
100064908
弁理士 志賀 正武 (外6名)

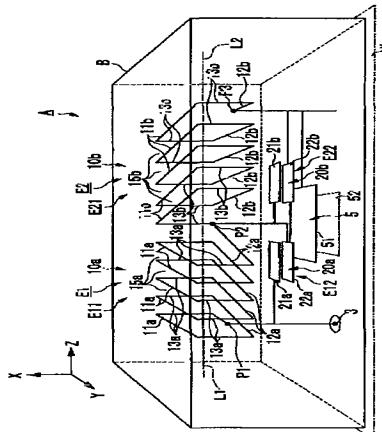
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ及びそれを用いた電波送受信装置、及びアンテナの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高い利得を得ることのできる小形のアンテナを提供する。

【解決手段】 インダクタンス部E11, E21とキャパシタンス部E12, E22とが電気的に並列に接続された共振部E1, E2を電気的に直列に接続してアンテナ本体Bを設け、接地されたアース部とアンテナ本体Bの一端P3との間に周波数調整キャパシタンス部5を電気的に接続する。このとき、共振部E1, E2の周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合つてそれぞれ略同じ規準共振周波数で共振するように共振部E1, E2を構成し、アンテナ本体Bが全体で規準共振周波数よりも高い共振周波数を有するように構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 インダクタンス部とキャパシタンス部とが電気的に並列に接続された共振部が、電気的に直列に複数接続されてなるアンテナ本体を有したアンテナであって、複数の前記共振部は、これらの周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合ってそれぞれ略同じ規準共振周波数で共振するように構成され、前記アンテナ本体は、前記共振部が結合されて前記規準共振周波数と異なる共振周波数を少なくとも一つ有するように構成され、この共振周波数が電波の送信あるいは受信に用いられる中心周波数とされていることを特徴とするアンテナ。

【請求項2】 請求項1に記載のアンテナであって、前記中心周波数は、前記規準共振周波数より高い周波数とされていることを特徴とするアンテナ。

【請求項3】 請求項2に記載のアンテナであって、前記中心周波数が前記規準共振周波数の2倍よりも大きい値となるように構成されていることを特徴とするアンテナ。

【請求項4】 請求項1から請求項3のいずれかに記載のアンテナであって、前記アンテナ本体に前記共振周波数を調整する周波数調整キヤバシタンス部が電気的に直列に接続されてなることを特徴とするアンテナ。

【請求項5】 請求項4に記載のアンテナであって、前記周波数調整キヤバシタンス部は、前記アンテナ本体の給電される側と反対の側の一端と、接地されたアース部との間に装荷されていることを特徴とするアンテナ。

【請求項6】 請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のアンテナにおいて、前記アンテナ本体の前記インダクタンス部は、軸線を中心とした螺旋状もしくは螺旋に近似し得る角形状をなす導体からなるコイル部を有していることを特徴とするアンテナ。

【請求項7】 請求項6に記載のアンテナにおいて、前記コイル部の前記軸線が同一直線状に揃えられていることを特徴とするアンテナ。

【請求項8】 請求項7に記載のアンテナにおいて、前記導体の前記軸線を一周する部分の少なくとも一つは、前記軸線に対して傾斜した平面内に略含まれていることを特徴とするアンテナ。

【請求項9】 請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のアンテナにおいて、前記共振部は、二つ直列に接続されていることを特徴とするアンテナ。

【請求項10】 一の使用中心周波数で電波を送信あるいは受信する送受信アンテナを有する電波送受信装置であって、前記送受信アンテナとして、請求項1から請求項8のい

ずれかに記載のアンテナを用い、前記使用中心周波数が、前記中心周波数とされていることを特徴とする電波送受信装置。

【請求項11】 インダクタンス部とキャパシタンス部とを電気的に並列に接続し、周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合ってそれぞれ略同じ規準共振周波数で共振する複数の共振部を作製する共振部作製工程と、複数の前記共振部を電気的に直列に接続して前記規準共振周波数より高い共振周波数を少なくとも一つ有するアンテナ本体を作製するアンテナ本体作製工程と、前記アンテナ本体に周波数調整キヤバシタンス部を電気的に直列に接続して前記共振周波数を調整し、前記規準共振周波数より高い前記共振周波数の一つを電波の送信あるいは受信に用いられる中心周波数に一致させる周波数調整工程とを有していることを特徴とするアンテナの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電波を送受信する各種通信機器を含め、電波の送受信機能を有する各種機器に組み込む小形のアンテナとして特に好適に使用することができるアンテナに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、電波を送受信する各種通信機器を含め、電波の送受信機能を有する各種機器の需要の高まりによって、数百MHzから数十GHzの周波数帯域で使用されるアンテナがますます多く用いられるようになってきている。移動体通信、次世代交通システム、自動換札等に用いられる非接触カード等に多く用いられるとは言うまでもなく、また、インターネット家電の無線によるコードレス化、企業内無線LAN、Bluetooth等、長尺で煩雑なケーブルを用いずに無線によってデータの授受を行う方法が用いられつつあり、この方面でも広汎な用途が見込まれている。さらに、各種端末からの無線によるデータの送受信にも用いられ、水道・ガス、その他安全管理に必要な情報を電波でやりとりするテレメトリング、金融端末のPOSシステム等の普及に対しても需要は高まりつつある。この他にも、衛星放送受信機のポータブル化といったテレビ等の家庭電器製品、また、自動販売機への応用等、その使用範囲は極めて広いものとなってきた。上述したような電波の送受信機能を有する各種機器に用いるアンテナは、これまでのところ、機器のケースに付設される伸縮自在のモノポールアンテナが主流である。また、ケースの外部に短く突き出しているヘリカルアンテナも知られている。ところが、モノポールアンテナの場合、使用のたびに長く引き伸ばす必要があるため操作が面倒であり、さらに、引き伸ばしたアンテナの部分が壊れやすいといった欠点を有していた。また、ヘリカルアンテナの場合、空芯コ

イルからなるアンテナ本体が樹脂等のカバー材によって保護されているため外形が大きくなりがちであり、ケースの外に固定すると全体の体裁が良くないという問題が避けられなかった。しかしながら、単にアンテナを小形にするだけでは、利得も同時に下がり、電波送受信系の回路が大形化したり、電力の消費が著しくバッテリーが大きいものにならざるを得ず、結局、機器全体の小形化が困難なという問題があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したような共振回路により構成されるアンテナでは、共振部を一つ設けるだけでは充分な利得が得られないため、複数の共振部を組み合わせて全体で一つのアンテナを構成する必要がある。しかしながら、それぞれの共振部の利得を高くすると周波数特性曲線の共振の幅が狭くなり、複数の共振部を一つの周波数で同相で共振させることができなくなるといった問題があった。逆に、一つの周波数で全ての共振部を略同相で振動させるために共振の幅を広く取ると、Q値が小さくなつて充分な利得が得られないといった問題があった。とりわけ、アンテナを小形にすると、インダクタンス値やキャパシタンス値に生じる誤差が大きくなりやすく、共振の幅が殆ど重なり合わないほど個々の共振周波数が異なつたものになり易い。個々の共振部において充分な利得を得、さらにこれら複数の共振部をある一つの周波数のもとで同相で振動させるのは現実には困難である。そして、仮に充分な精度のもとに生産を行うことができたとしても、生産性は著しく低下せざるを得ず、この問題を解決する新たな技術の開発が望まれていた。

【0004】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、高い利得を得ることのできる小形のアンテナを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明のアンテナは、インダクタンス部とキャパシタンス部とが電気的に並列に接続された共振部が、電気的に直列に複数接続されてなるアンテナ本体を有したアンテナであって、複数の前記共振部は、これらの周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合つてそれぞれ略同じ規準共振周波数で共振するように構成され、前記アンテナ本体は、前記共振部が結合されて前記規準共振周波数と異なる共振周波数を少なくとも一つ有するように構成され、この共振周波数が電波の送信あるいは受信に用いられる中心周波数とされていることを特徴とする。

【0006】このとき、前記中心周波数は、前記規準共振周波数より高い周波数とされていることが好ましい。

【0007】とりわけ、前記中心周波数が前記規準共振周波数の2倍よりも大きい値となるように構成されていくことが好ましい。

【0008】したがって、本発明は、前記アンテナ本体

に前記共振周波数を調整する周波数調整キャパシタンス部が電気的に直列に接続されてなることが好ましい。

【0009】とくに、前記周波数調整キャパシタンス部は、前記アンテナ本体の給電される側と反対の側の一端と、接地されたアース部との間に装荷されていることが好ましい。

【0010】とりわけ、前記アース部は、前記アンテナ本体の一端から前記アンテナ本体に給電する給電線のアース側に電気的に接続されていることが好ましい。

【0011】本発明によれば、アンテナ本体が、共振部の固有の規準共振周波数と異なる共振周波数で共振するよう構成されることで、規準共振周波数と異なる上記共振周波数を電波の送受信に用いる中心周波数に選ぶことができ、共振部からエネルギーを解放する上で都合が良い。というのも、規準共振周波数をそのまま中心周波数として選ぶと、並列共振系とされた共振部の内部に、アンテナ本体に流れる電流にQ値が掛け合わされた量の電流が流れるような一種のエネルギーの貯留部が形成され、電磁波のエネルギーの授受が滞ると考えられるからである。したがって、中心周波数を規準共振周波数と異なるものにすることにより、インダクタンス部に並列に挿入されたキャパシタンス部からエネルギーが速やかに解放されるようになり、アンテナの利得が増加する。この観点から言えば、共振部が共振する規準共振周波数は、電波を送受信するための中心周波数より高くても低くても良いのであるが、規準共振周波数は、中心周波数よりも低い側とされていることが好ましい。というのも、規準共振周波数を低くすれば、インダクタンス部のインダクタンス値、及びキャパシタンス部のキャパシタンス値が大きい値に選ばれるため、利得が増加するからである。換言すれば、周波数の低い側に共振するようインダクタンス部、キャパシタンス部の寸法を選んでおくと、周波数の高い中心周波数における短い波長の電磁波に対して、例えば、コイル部の開口面積などが相対的に増加するといった効果を見込むことができ、利得を増加させる上で望ましいと考えられるからである。このため、中心周波数が規準共振周波数よりも大きい値、特に、2倍よりも大きい値となるような構成としたことにより、さらに共振部の位相が合わせ易くなるとともに、高い利得を得ることが可能となる。なお、アンテナ本体全体の共振周波数を決定する上で、中心周波数を調整する周波数調整キャパシタンス部をアンテナ本体に直列に接続して、この周波数調整キャパシタンス部の他端を、接地されたアース部に接続することが好ましい。アンテナ本体は、そもそも、アース部等とも協働して、全体として、共振部の共振する規準共振周波数と異なる共振周波数で振動するようになるが、この周波数調整キャパシタンス部によって、全体の共振周波数を使用する所望の中心周波数に調整することが可能となる。通常のヘリカルアンテナの場合、ヘリカルアンテナの螺旋状の本体と

アースされた地板との間に浮遊容量が形成され、それゆえ、利得が周囲の影響を受け易いものであるが、この周波数調整キャパシタンス部は、所定の固定値を有しているから、周囲の環境といった不安定な要因を排除することができる。

【0012】また、本発明は、前記アンテナ本体の前記インダクタンス部は、軸線を中心とした螺旋状もしくは螺旋に近似し得る角形状をなす導体からなるコイル部を有していることを特徴とする。

【0013】このとき、前記コイル部の前記軸線が同一直線状に揃えられていることが好ましい。

【0014】また、前記導体の前記軸線を一周する部分の少なくとも一つは、前記軸線に対して傾斜した平面内に略含まれていることが好ましい。

【0015】さらに、本発明は、前記共振部は、二つ直列に接続されていることを特徴とする。

【0016】こののような構成としたことにより、アンテナの利得を増加させることができる。というのも、共振部は、三つ以上直列に接続されていてもよいが、二つの共振部が接続される場合に比べて利得が低くなり易いからである。

【0017】本発明の他の態様は、インダクタンス部とキャパシタンス部とが電気的に並列に接続された共振部が、電気的に直列に複数接続されるとともに、一端から給電されるよう設けられてなるアンテナ本体と、接地されたアース部とを有したアンテナであって、複数の前記共振部は、これらの周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合ってそれぞれ略同じ規準共振周波数で共振するように構成され、前記アンテナ本体は、前記共振部が結合されて前記規準共振周波数と異なる共振周波数を少なくとも一つ有するように構成され、この共振周波数が電波の送信あるいは受信に用いられる中心周波数とされていることを特徴とする。

【0018】このとき、前記アンテナ本体の給電される側と反対の側の一端と、前記アース部との間に、前記中心周波数を調整する周波数調整キャパシタンス部が装荷されていることが好ましい。

【0019】とりわけ、前記中心周波数は、前記規準共振周波数より高い周波数とされ、とくに、前記中心周波数が前記規準共振周波数の2倍よりも大きい値となるように構成されていることが好ましい。

【0020】また、前記アース部は、前記アンテナ本体の一端から前記アンテナ本体に給電する給電線のアース側に電気的に接続されていてもよい。

【0021】本発明のさらに他の態様は、インダクタンス部とキャパシタンス部とが電気的に並列に接続された複数の共振部と、複数の前記共振部が電気的に直列に接続されたアンテナ本体とを備えてなるアンテナであって、複数の前記共振部は、これらの周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合ってそれぞれ略

同じ規準共振周波数で共振するように構成され、前記アンテナ本体は、前記共振部が結合されて前記規準共振周波数よりも高い共振周波数を少なくとも一つ有するように構成されることを特徴とする。

【0022】本発明においては、例えば、共振部を構成するインダクタンス部のインダクタンス値を大きく、また、キャパシタンス部のキャパシタンス値を小さくして周波数特性曲線の共振の幅を広くするので、どの共振部の共振の幅にも含まれるような周波数領域が存在するようになり、周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合う。共振部は、周波数特性曲線が重なる周波数領域内の各々の規準共振周波数に近い一の周波数において、それぞれ略同相で振動する。このため、これらの共振部を電気的に直列に接続すると、アンテナ本体は、それぞれの共振部が結合して規準共振周波数に対応する共振周波数を有するとともに、規準共振周波数よりも高い周波数領域にも共振周波数を有するようになる。たしかに、それぞれの共振部の振動の位相を揃えるために規準共振周波数の共振の幅を広くし、Q値も低くしたが、低周波側から見た高周波側のQ値が高くなるので、高周波領域での共振周波数では充分な利得を得ることができる。こうして、複数の共振部が低周波側の共振周波数で同相で振動するように構成し、高周波側の共振周波数で高い利得を得ることができる。

【0023】この態様において、前記アンテナ本体の前記規準共振周波数よりも高い前記共振周波数が電波の送信あるいは受信に用いられる中心周波数とされていることが好ましい。

【0024】このような構成としたことにより、共振部の規準共振周波数よりも高いアンテナ本体の高周波側の共振周波数において電波が送受信される。このため、低周波側の共振周波数における利得よりも高い利得を得ることができる。

【0025】本発明は、一の使用中心周波数で電波を送信あるいは受信する送受信アンテナを有する電波送受信装置であって、前記送受信アンテナとして、上記の態様のいずれかに記載のアンテナを用い、前記使用中心周波数が、前記中心周波数とされていることを特徴とする。

【0026】このような構成としたことにより、送受信アンテナが小形で高利得となり、電波送受信装置の全体寸法を小さくすることができる。

【0027】また、本発明は、電線により一端から給電されるとともに、前記給電線のアース側が接地されるアース部と協働して電波を送信あるいは受信するアンテナ本体であって、前記アンテナ本体は、インダクタンス部とキャパシタンス部とが電気的に並列に接続された共振部が、電気的に直列に複数接続されてなり、複数の前記共振部は、これらの周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合ってそれぞれ略同じ規準共振周波数で共振するように構成され、これらの共振部が結

合されて前記規準共振周波数と異なる共振周波数を少なくとも一つ有して、この共振周波数が電波の送信あるいは受信に用いられる中心周波数とされるように構成されていることを特徴とする。

【0028】このとき、前記中心周波数は、前記規準共振周波数より高い周波数とされていることが好ましい。

【0029】また、本発明は、インダクタンス部とキャパシタンス部とを電気的に並列に接続し、周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合ってそれぞれ略同じ規準共振周波数で共振する複数の共振部を作製する共振部作製工程と、複数の前記共振部を電気的に直列に接続して前記規準共振周波数より高い共振周波数を少なくとも一つ有するアンテナ本体を作製するアンテナ本体作製工程と、前記アンテナ本体に周波数調整キャパシタンス部を電気的に直列に接続して前記共振周波数を調整し、前記規準共振周波数より高い前記共振周波数の一つを電波の送信あるいは受信に用いられる中心周波数に一致させる周波数調整工程とを有していることを特徴とする。

【0030】本発明においては、共振部作製工程において、共振部を構成するインダクタンス部のインダクタンス値を大きく、キャパシタンス部のキャパシタンス値を小さくして周波数特性曲線の共振の幅を広くするので、どの共振部の共振の幅にも含まれるような周波数領域が存在するようになり、周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合う。共振部は、周波数特性曲線が重なる周波数領域内の各々の規準共振周波数に近い一の周波数において、それぞれ略同相で振動する。このため、アンテナ本体作製工程において、これらの共振部を電気的に直列に接続すると、アンテナ本体は、それぞれの共振部が結合して規準共振周波数に対応する共振周波数を有するとともに、規準共振周波数よりも高い周波数領域にも共振周波数を有するようになる。たしかに、それぞれの共振部の振動の位相を揃えるために低周波側の共振の幅を広くし、Q値も低くしたが、低周波側から見た高周波側のQ値が高くなるので、高周波側の共振周波数では充分な利得を得ることができる。さらに、周波数調整工程において、周波数調整キャパシタンス部をアンテナ本体に電気的に直列に接続し、高周波側の共振周波数を電波を送信あるいは受信する中心周波数に一致させるよう調整すると、低周波側の共振周波数における利得よりも高い利得で電波を送受信することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明によるアンテナを図面に基づき説明する。

【0032】【第一の実施形態】図1～4に、本発明に係るアンテナの第一の実施形態を示す。図において、アンテナAは、共振部作製工程により、インダクタンス部E11, E21とキャパシタンス部E12, E22とが電気的に並列に接続されて構成された二つの共振部E

1, E2と、アンテナ本体作製工程により、共振部E1, E2が電気的に直列に接続されて構成されたアンテナ本体Bとを備えている。図4は、これらの接続を等価回路で示したものである。共振部E1の一端P1は、共振部E1, E2に給電する給電口3に接続されている。この給電口3には、アンテナAの入力インピーダンスと整合するインピーダンス整合部4が外部接続されている(図4参照)。さらに、共振部E2の一端P3には、周波数調整キャパシタンス部5が直列に接続され、この周波数調整キャパシタンス部5の他端が接地されている(図4参照)。

【0033】インダクタンス部E11, E21は、それぞれコイル部10a, 10bを有している。コイル部10aは、軸線L1を中心とした螺旋に近似し得る四角形状をなす導体からなり、この導体は、図3に示すように、基板10(第一の基板)の平行に対置する面10a(第一の面)及び面10b(第二の面)にそれぞれ形成された長さ5mm、幅0.5mm、厚さ略0.01mmの銀からなる導体パターン11a, 11a(第一の導体パターン)及び導体パターン12a, 12a

(第二の導体パターン)と、基板10を厚さ方向に貫くスルーホールに充填された金属導体によって導体パターン11a, 11a, 導体パターン12a, 12aを電気的に接続する長さ1.5mmのコイル導体部13a, 13aとを備えている。コイル部10bは、軸線L2を中心とした螺旋に近似し得る四角形状をなす導体からなり、この導体は、基板10(第一の基板)の平行に対置する面10a(第一の面)及び面10b(第二の面)にそれぞれ形成された長さ5mm、幅0.5mm、厚さ略0.01mmの銀からなる導体パターン11b, 11b(第一の導体パターン)及び導体パターン12b, 12b(第二の導体パターン)と、基板10を厚さ方向に貫くスルーホールに充填された金属、導電性樹脂等の導体によって導体パターン11b, 11b, 導体パターン12b, 12bを電気的に接続する長さ1.5mmのコイル導体部13b, 13bとを備えている。コイル部10a, 10bを構成する導体は、それぞれ軸線L1, L2を中心として同一方向

(本実施例では右ネジ方向)に螺旋状に巻回(本実施例においては5ターン)されて構成されている。これらのコイル部10a, 10bは、接続点P2においてそれぞれ軸線L1, L2が略同一直線上に揃えられるようにして接続され、アンテナ本体Bの外形寸法が全長約26mm、幅約5mmとなっている。なお、本実施形態に係るインダクタンス部E11, E21は、周波数1MHzにおいて、69nHを有している。さらに、図2に示すように、コイル部10a, 10bの軸線L1, L2に垂直な上面の方向から見て、開口部14a, 14a及び導

体パターン12a, 12a が軸線L1と角度 α 1をなし、開口部14b, 14b、及び導体パターン11b, 11b が軸線L2と角度 α 2をなし、これらの角度 α 1と角度 α 2とが異なる値を有し、開口部14aと開口部14bとが略直交して角度 γ をなすように構成されている。結果として、それぞれのコイル部10a, 10bにおいて、コイル部10a, 10bに流れる電流が作る磁場の向きが、接続点P2付近の領域で角度を有して交差するようになっている。なお、この角度 γ は、45°～135°、望ましくは60°～120°の範囲にあれば、巻回角度を同一のものとする場合に比較して有為に利得を増加させることができる。コイル部10aは、導体パターン11aの中点を始点として、導体パターン11a、コイル導体部13a、導体パターン11aの順に軸線L1の回りを一周し、導体パターン11aの中点を終点として終端するターン部15a(軸線の回りを一周する部分)が軸線L1方向に接続されて形成された導体からなり、角度 α 1とは、ここでは、このターン部15aが軸線L1となす角度ともされている。導体は、軸線L1に対して傾斜した、しかも、図2の紙面に垂直な、導体パターン11aの中点を横切る平面H1, H1によって分割され、ターン部15a, 15a は、ターン部15a, 15a のそれぞれの始点と終点以外ではこれらの平面H1, H1 に交わらないように形成されている。すなわち、ターン部15a, 15a は、傾斜した平面H1, H1 に略含まれている。また、導体パターン11a, 11a 、導体パターン12a, 12a は、それぞれ平行に形成されているので、ターン部15a, 15a も、互いに平行に形成されている。導体の両端に位置するターン部15a, 15aが開口部14a, 14aを形成するので、開口部14a, 14aも傾斜した平面H1, H1に略含まれている。同様に、コイル部10bは、導体パターン11bの中点を始点として、導体パターン11b、コイル導体部13b、導体パターン11b、コイル導体部13b、導体パターン11bの順に軸線L2の回りを一周し、導体パターン11bの中点を終点として終端するターン部15bが軸線L2方向に接続されて形成された導体からなり、角度 α 2とは、ここでは、このターン部15bが軸線L2となす平均の角度ともされている。導体は、軸線L2に対して傾斜した、しかも、図2の紙面に垂直な、導体パターン11bの中点を横切る平面H2, H2によって分割され、ターン部15b, 15b は、ターン部15b, 15b のそれぞれの始点と終点以外ではこれらの平面H2, H2 に交わらないように形成されている。すなわち、ターン部15b, 15b は、傾斜した平面H2, H2 に略含まれている。また、導体パターン11b, 11b 、導体パターン12b, 12b は、それぞれ平行に形成されているの

で、ターン部15b, 15b も、互いに平行に形成されている。導体の両端に位置するターン部15b, 15bが開口部14b, 14bを形成するので、開口部14b, 14bも傾斜した平面H2, H2に含まれている。一般に、導体が軸線の回りを一周する部分が軸線方向に複数接続されて形成されている場合、軸線方向を z 軸方向とする円柱座標を用いて導体の各部の位置を記述するならば、典型的な螺旋の場合、円周方向 θ の座標の変化に伴って、 z 軸方向の座標が単調に変化する。そこで、導体に沿って θ が360°変化したときの導体の始点と終点の z 軸上の座標を通り、しかも軸線に対して垂直な二つの平面を想定すると、上述したような螺旋の軸線を一周する部分は、始点と終点を除いてこれらの平面に交わらない。導体に沿って一周する毎にこの二つの平面を想定するならば、導体は、軸線に垂直なこれらの平面によって分割される。これをさらに一般的な螺旋状の導体、あるいは螺旋に近似し得る導体の場合に拡張して、導体の軸線の回りに一周する部分が始点と終点以外では交わらないようなH1、あるいはH2といつた平面群で導体を分割する場合を想定し、導体の軸線回りに一周する部分と、この部分を分割する平面の一方を対応させ、これを、導体の軸線回りに一周する部分が導体を分割する平面(以後単に平面と言う)内に略含まれると本明細書では表現することにする。つまり、コイル部10a, 10bの両端に形成された開口部14a, 14bは、導体の軸線回りに一周する部分からなり、この軸線回りに一周する部分を略含む平面H1, H2内に、開口部14a, 14bが略含まれている。

【0034】キャパシタンス部E12, E22は、コンデンサー部20a, 20bを有している。コンデンサー部20a, 20bは、基板10と同じ長さ及び幅を有する基板20(第二の基板)の平行に対置する面20a(第三の面)及び面20b(第四の面)にそれぞれ形成された厚さ0.01mmの銀からなる略四角形状の導体パターン21a, 21b及び導体パターン22a, 22bを備え、これら導体パターン21a, 21bと導体パターン22a, 22bがそれぞれ対向配置されて構成されている。そして、共振部E1の一方の導体パターン21aが給電口3に、他方の導体パターン22aが接続点P2にそれぞれ電気的に接続されている。また、共振部E2の一方の導体パターン21bが接続点P2に、他方の導体パターン22bが接続点P3にそれぞれ電気的に接続されている。本実施形態に係るキャパシタンス部E12, E22は、周波数1MHzにおいて、30pFを有している。なお、上記基板10と基板20とは、アルミナを主とする基板30(絶縁層)を挟んで積層され、かつ、一体に設けられている。

【0035】これらインダクタンス部E11, E21とキャパシタンス部E12, E22とが電気的に並列に接続されて構成された共振部E1, E2は、共振する共振

周波数（以後、規準共振周波数と呼ぶ）を約111MHzに有している。ここで、この規準共振周波数は、意図的に電波を送受信する際に用いられる中心周波数450MHzの半分以下の値に設定されている。共振部E1、E2は、略同じ規準共振周波数を有しているが、この規準共振周波数は、インダクタンス値やキャパシタンス値の誤差により、若干異なるものとなっている。しかしながら、共振部E1、E2は、規準共振周波数一定の条件のもとで、インダクタンス値が大きく、キャパシタンス値が小さくされて周波数特性曲線の共振の幅が広くされおり、共振部E1、E2のどちらの共振の幅にも含まれるような周波数領域が存在するように設けられている。すなわち、共振部E1、E2は、各々の周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合うよう構成されている。

【0036】また、接続点P3には、電極51（一の電極）が電気的に接続され、電極51は、基板10及び基板20と同じ長さと幅を有する基板50（周波数調整基板）の面50a（第五の面）上に形成された厚さ0.01mmの銀から形成されている。そして、基板50は、電極51がインダクタンス部E11、E21、キャパシタンス部E12、E22に臨むように配置され、さらに、絶縁層であるアルミナを主とした基板40を挟むように基板20と平行に重ねられている。このようにして、共振部E1、E2が形成された基板10、基板20、基板30とともに、さらに基板40、基板50が積層されてアンテナ本体Bが一体に構成されている。

【0037】アンテナAは、周波数調整工程により、アンテナ本体Bが基板となるプリント基板X上に実装されることによって、電極51と、プリント基板上に形成された電極52との間に共振部E2に直列に接続される周波数調整キャパシタンス部5を形成するように構成されている。すなわち、電極51と電極52とが対向配置されるようにアンテナ本体Bがプリント基板X上に実装され、電極51、電極52の面積、あるいは基板間の材質および距離等で容量値が決定されるように構成されている。このようにして、周波数調整キャパシタンス部5をアンテナ本体Bに電気的に直列に接続することによって、アンテナ本体Bの共振周波数が調整され、アンテナAの共振周波数が与えられている。アンテナ本体Bは、共振部E1、E2が上に述べた空間的配置を以って電気的に直列に接続されて結合され、さらに、周波数調整キャパシタンス部5を介してここでは図示されぬ接地されたアース部に接続されることにより、共振周波数として、共振部E1、E2が規準共振周波数よりも高い周波数領域にも共振周波数を有するように構成される。

【0038】なお、給電口3に接続されるアンテナAの入力インピーダンスと整合するインピーダンス整合部4は、図4に示すような等価的回路とされている。

【0039】本実施の形態によるアンテナAは、インダ

クタンス部E11、E21とキャパシタンス部E12、E22が並列接続された共振系が二つ直列に接続されて約450MHzを中心周波数として電波を送受信する機能を有する。共振系となる共振部E1、E2は、それぞれ規準共振周波数において、略同相で振動するように構成されている。このため、これらを電気的に直列に接続したアンテナ本体Bも規準共振周波数に対応する共振周波数を有し、この共振周波数で各共振部E1、E2がそれぞれ略同相で振動する。こうして、共振系が単独で用いられる場合と比較して、全体の利得が増加する。アンテナ本体Bの規準共振周波数に対応する共振周波数では、共振部E1、E2を同相で共振させるため、もともと共振部E1、E2の個々のQ値と利得が小さいものとされており、これらを合わせたアンテナ本体Bの利得は小さい。しかしながら、アンテナ本体Bの規準共振周波数より高い周波数側に現れる共振周波数においては、規準共振周波数に対応する低周波側の共振周波数での利得に比べて高いQ値と利得が得られる。周波数調整キャパシタンス部5によって、アンテナA全体の共振周波数が調整され、アンテナ本体Bの利得の高い高周波側の共振周波数が電波の送受信に用いられる中心周波数に合わせられ、高い利得で電波が送受信される。このように、アンテナ本体Bが、共振部E1、E2の固有の規準共振周波数と異なる共振周波数で共振するように構成されることで、規準共振周波数と異なる上記共振周波数を電波の送受信に用いる中心周波数を選ぶことができ、共振部E1、E2からエネルギーを解放する上で都合が良くなる。というのも、規準共振周波数をそのまま中心周波数として選ぶと、並列共振系とされた共振部E1、E2の内部に、アンテナ本体Bに流れる電流のQ倍の電流が流れるような一種のエネルギーの貯留部ができて、電磁波のエネルギーの授受が滞ると考えられるからである。したがって、中心周波数を規準共振周波数と異なるものにすることにより、インダクタンス部E11、E21に並列に挿入されたキャパシタンス部E12、E22からエネルギーが速やかに解放されるようになり、アンテナの利得が増加する。この観点から言えば、共振部E1、E2が共振する規準共振周波数は、電波を送受信するための中心周波数より高くてても低くてても良いのであるが、規準共振周波数は、中心周波数よりも低い側とされていることが好ましい。というのも、規準共振周波数を低くすれば、インダクタンス部E11、E21のインダクタンス値、及びキャパシタンス部E12、E22のキャパシタンス値が大きい値に選ばれるため、利得が増加するからである。換言すれば、周波数の低い側に共振するようインダクタンス部E11、E21、キャパシタンス部E12、E22の寸法を選んでおくと、周波数の高い中心周波数における短い波長の電磁波に対して、例えば、コイル部の開口面積などが相対的に増加するといった効果を見込むことができ、利得を増加させる上で望ましい

と考えられるからである。なお、アンテナ本体B全体の共振周波数を決定する上で、中心周波数を調整する周波数調整キャパシタス部をアンテナ本体Bに直列に接続して、この周波数調整キャパシタス部の他端を、接地されたアース部に接続することが重要である。これにより、アンテナ本体Bがアース部と協働して、全体として、共振部E1, E2の共振する規準共振周波数と異なる周波数で振動するようになり、しかも、この周波数調整キャパシタス部によって、使用する所望の中心周波数に調整することが可能となる。通常のヘリカルアンテナの場合、ヘリカルアンテナの螺旋状の本体とアースされた地板との間に浮遊容量が形成され、それゆえ、利得が周囲の影響を受け易いものであるが、この周波数調整キャパシタス部は、所定の固定値を有しているから、周囲の環境といった不安定な要因を排除することができる。

【0040】上述のように本実施の形態によれば、共振部E1, E2をアンテナ本体Bの低周波側の共振周波数で同相で振動させることができ、高周波側の共振周波数で高い利得を得ることができる。さらに、周波数調整キャパシタス部5によって、アンテナ本体Bの高周波側の共振周波数を電波の送受信に用いられる中心周波数に調整して高い利得を得ることができる。

【0041】また、本実施の形態によれば、コイル部10a, 10bの作る磁場の向きが概ね異なるため、共振部E1及び共振部E2の間の相互干渉を低減することができ、利得が増加する。また、開口部14a, 14bが、軸線L1, L2に対して傾斜した平面H1, H2内に略含まれていると、この部分に流れる電流が作る磁場の向きは、この平面H1, H2に略垂直に生成される。この平面H1, H2を貫く磁束は、平面H1, H2が軸線L1, L2に対して直交している場合よりも大きい。したがって、コイル部10a, 10bのインダクタンス値も増加する。また、このような構成にすることによって、ちょうど水平偏波、垂直偏波に対応した均一な放射パターンを得る事ができる。したがって、軸線L1, L2を直交させる必要がないので、アンテナAの実装に要する面積を少なくし、かつ、実装上の利便性を高めることができる。図5は、Y-Z面内の放射の電力パターンを示すものであるが、放射は略無指向となっている。この時の絶対利得の値として、最大で1.63dB_iの値が得られ、導体に角度を設けなかった場合より0.5dB_iほど利得が増加した。ここで、図5に示す利得は、アース部が形成された基板として、銅で被覆された300mm四方の正方形のガラスエポキシ基板の一角に、銅の被覆を剥離した50mm×150mmの大きさの絶縁領域を形成し、この絶縁領域に外形寸法として、長さ26mm、幅5mm、厚さ2mmを有するアンテナ本体Bを載置して測定を行ったものである。このとき、給電口側には、インピーダンス整合部4を介して50Ωのイン

ピーダンス整合を行いながら高周波を供給するケーブルを接続するとともに、この給電線のアース側を上記基板上の銅に接続し、また、終端側の周波数調整キャパシタス部5を2.2pFとした。これにより、中心周波数が478MHzで最大利得1.63dB_iが得られた。

【0042】なお、周波数調整キャパシタス部5をアンテナ本体Bと別体に設け、容量が容易に調整変更される構成にしてもよい。例えば、周波数調整基板50を基板10～30と一体に設けず、外部に別のコンデンサーを電気的に直列に接続する構成としても可能である。さらには、アンテナ本体と外部に接続された周波数調整キャパシタス部としてのコンデンサー部とアンテナモジュールを構成し、アンテナ本体とコンデンサー部とを着脱自在に設けて、異なる容量を有する種々のコンデンサー部を容易に交換可能に設け、その取扱い性を向上させてもよい。斯かる構成にすれば、より柔軟にアンテナの共振周波数を調整できる。

【0043】さらに、上記の実施形態では、共振部E1, E2の規準共振周波数が100MHz程度となるようにし、これらを図1～図4に示すように直列に接続し、周波数調整キャパシタス部を介して接地させ、全体で450MHz前後の共振周波数を有するように構成したが、低い規準共振周波数を有する共振部を組み合わせて高い共振周波数を得る構成は、この共振周波数がGHz領域にある場合も同様である。例えば、図6には、アンテナのアンテナ本体Bが示されている。このアンテナ本体Bは、GHz帯に中心周波数を有するように構成されており、インダクタンス部E11, E21は、インダクタンスの値が低減されるように、それぞれ1ターンの巻数を有するコイル部10a, 10bから構成されている。このようなアンテナとして、例えば、周波数100MHzで、インダクタンス部E11, E21がそれぞれ4.2nHを有するとともに、キャパシタス部E12, E22のコンデンサー部20a, 20bがそれぞれ1.6pFの容量を有し、アンテナ本体Bの外寸が全長約7mm、幅約3mm、厚さ約1mmとなるように構成した場合に、アンテナの中心周波数として2.356GHz、最大利得0.98dB_iの値が得られた。ここで、利得は、アース部の形成された基板として、52mm×30mmのテフロン（登録商標）基板の上に銅を被覆した地板を用い、地板の長手方向の端部に、銅の被覆を剥離した10mm×30mmの大きさの絶縁領域を形成し、この絶縁領域にアンテナ本体Bを載置して測定を行ったものである。このとき、給電口側には、インピーダンス整合部を介して50Ωのインピーダンス整合を行しながら高周波を供給するケーブルを接続し、また、終端側の一端は、容量を形成する5mmの導線を介して基板上に被覆された銅に接続して接地した。

【0044】さらに、図7に示すように、アンテナのインダクタンス部E11, E21は、それぞれ2ターンの

巻数を有するコイル部10a、10bから構成されてもよい。このようなアンテナとして、例えば、周波数100MHzで、インダクタンス部E1、E2がそれぞれ8.0nHを有し、キャパシタンス部E12、E22のコンデンサー部20a、20bがそれぞれ10PFの容量を有し、アンテナAの外寸が全長約7mm、幅約3mm、厚さ約1mmとなるように構成した場合に、アンテナの中心周波数として2.346GHz、最大利得0.84dB_iの値が得られた。ここで、利得は、アース部の形成された基板として、5.2mm×3.0mmのテフロン（登録商標）基板の上に銅を被覆した地板を用い、地板の長手方向の端部に、銅の被覆を剥離した10mm×3.0mmの大きさの絶縁領域を形成し、この絶縁領域にアンテナ本体Bを載置して測定を行ったものである。このとき、給電口側には、インピーダンス整合部を介して50Ωのインピーダンス整合を行いながら高周波を供給するケーブルを接続し、また、終端側の一端は、容量を形成する5mmの導線を介して基板上に被覆された銅に接続して接地した。

【0045】図6及び図7に示されるアンテナは、中心周波数を調整する周波数調整キャパシタンス部がアンテナ本体Bと別体に設けられ、外部に電気的に直列に接続されて設けられてもよい。0.2pF程度までの容量を有したC3を接続することによって、中心周波数を200MHz程度までずらすことができる。

【0046】なお、ここでは図示しないが、電波の送受信に用いる中心周波数が高くなり、共振に必要な容量が浮遊容量等から得られれば、キャパシタンス部を形成するコンデンサー部として、物理的な実体のあるコンデンサーを挿入する必要性は必ずしもない。したがって、共振部のコンデンサー部として意図的に浮遊容量等の容量を用いるものであれば、共振部が一見してインダクタンス部のみから形成され、物理的なコンデンサーを持たない構成であっても、斯かる構成を有したアンテナが本願発明の範囲に含まれるものであることは言うまでもない。

【0047】〔第二の実施形態〕図8ないし図9に、本発明に係るアンテナの第二の実施形態を示す。図8において、アンテナAは、アンテナ本体Bと、アース部としての地導体線部2とを有して構成され、約450MHzの中心周波数で電波を放射するように構成されている。アンテナAに給電する同軸ケーブルC（給電線）のアース側の外部導体は、接続点Gにおいて電気的に接続され、他方、内部導体は、接続点Sにおいて電気的に接続されている。また、接続点Sとアンテナ本体Bの一端に形成された給電口3との間には、アンテナAの入力インピーダンス値を調整して電波送受信系の回路側のインピーダンス値との整合を行うインピーダンス整合部4が設けられている。さらに、アンテナ本体Bの給電される側と反対の側の一端に設けられた接続点P0は、周波数調

整キャパシタンス部5が装荷されて地導体線部2に短絡されており、アンテナAから放射される電波の中心周波数が調整されるように構成されている。

【0048】アンテナ本体Bは、図9の等価回路図に示すように、二つの共振部E1、E2を備え、これら共振部E1、E2が電気的に直列に接続されて構成されている。共振部E1、E2は、各々インダクタンス部E11、E21とキャパシタンス部E12、E22とが並列に接続されて構成されている。共振部E1の一端P1は、共振部E1、E2に給電する給電口3に接続され、他方、共振部E2の一端P3は、接続点P0に接続されている。これら共振部E1、E2の構成は、図1～図3に示すものと同様のものであり、ここでは同一の符号を付してその説明を省略する。

【0049】地導体線部2は、絶縁体からなるプリント基板X（基板）上に形成された導体パターンからなる幅約1mmの導体線とされており、同軸ケーブルCに接続された基準点O（始端）から延出してアンテナ本体Bを開むようにループ状に形成されている。ここで、地導体線部2とアンテナ本体Bとの間は、約450MHzで動作する本実施形態においては、少なくとも約1.0mm程度離間されており、容量を介してアンテナ本体Bと地導体線部2とが短絡し、利得が下がらないように構成されている。そして、地導体線部2は、接続点P0近傍で一部切断されて形成された終端部Q1（一の終端）と終端部Q2（二の終端）とを有し、基準点Oから終端部Q1に至る第1アース部2aと、基準点Oから終端部Q2に至る第2アース部2bとから概略構成されている。

【0050】第1アース部2aは、基準点Oよりアンテナ本体Bが延在する一の方向（図2中下方）に向かって延出され、図2に示すように、上面視して反時計回りに90°屈曲して延出され、さらに、反時計回りに90°屈曲し、アンテナ本体Bが延在する二の方向（図2中上方）に向かって延出され、再び反時計回りに90°屈曲し、アンテナ本体Bの接続点P0に向かって延出されて形成されている。そして、基準点Oから終端部Q1までの長さが、中心周波数における電波の波長の4分の1とされている。

【0051】第2アース部2bは、基準点Oよりアンテナ本体Bが延在する二の方向（図2中、上方）に向かって延出され、基準点Oから終端部Q2までの長さが、中心周波数における電波の波長の8分の1とされている。

【0052】インピーダンス整合部4は、同軸ケーブルCの内部導体が接続される接続点Sとアンテナ本体Bの給電口3との間に電気的に直列に挿入された整合キャパシタンス部41と、給電口3と地導体線部2の第1アース部2aとに電気的に接続された整合インダクタンス部42とから構成され、全体として電波送受信系回路の50Ωのインピーダンスと整合が取れるように設けられている。図9に、これらの接続が等価回路で示されてい

る。ここで、整合キャパシタンス部4 1は、450MHzで3pFを有し、プリント基板X上に実装され、整合インダクタンス部4 2は、450MHzで約5nHを有するよう、プリント基板X上に形成された直線状の導体パターンからなり、給電口3に一端が電気的に接続され、第1アース部2 aの基準点Oと終端部Q1との間の中間位置である接続位置Mに他端が電気的に接続されている。そして、基準点Oから接続位置Mまでの長さは、中心周波数における電波の波長の8分の1とされている。

【0053】周波数調整キャパシタンス部5は、450MHzで2.5pF、300MHzで4.7pFの容量を有し、接続点P Oと第2アース部2 bの終端部Q 2との間に、コンデンサー5 1 a、5 1 bが電気的に直列に挿入されるようにしてプリント基板X上に実装されて構成されている。そして、コンデンサー5 1 a、5 1 bを二つ有することで容量の微調整が可能とされている。

【0054】プリント基板X上には、上述した導体パターンの他に、図2に示すように、同軸ケーブルCの外部導体が接続される上面視コ字状の同軸ケーブル接続パターンX 1、及び、アンテナ本体Bをプリント基板X上に安定に実装するためのアンテナ本体取付パターンX 2が形成されており、さらに、給電口3の位置には、やや幅広の給電パターンX 3を有している。また、その外縁には、例えば、電波送受信機能を有する機器の内部の取付スペースに合わせて切欠部X 4が設けられている。

【0055】上述のように本実施の形態によれば、電波の送受信機能を有する各種機器内にアンテナAを容易に

組み込むことができる。このとき、接地された金属板といった実装される周囲の環境の影響をアンテナAが受けず、利得を低下させることなくアンテナAを機器内に組み込むことができる。しかも、電波送受信系の回路とアンテナAとの間のインピーダンス整合をアンテナAの利得を下げないようにして行うことができる。また、電波の送受信に用いられる中心周波数の調整もアンテナAの利得を下げないようにして行うことができる。

【0056】なお、上記の実施形態では、電波を送受信する際の中心周波数を450MHzとしたが、中心周波数はこの周波数に限られないことは言うまでもない。中心周波数がさらに高くなると、アンテナ本体も地導体線部もさらに小形にすることができる。

【0057】また、基準点Oから終端部Q 1までの長さは、アンテナAからの電波の送受信に用いられる中心周波数での電波の波長の4分の1の整数倍であればよい。アンテナAを小形にするために、地導体線部2の第1アース部2 aの長さを電波の波長の4分の1に設定したが、この長さに限らず、電波の波長の2分の1や、4分の3等でもよい。

【0058】表1は、外形寸法として、長さ26mm、幅5mm、厚さ2mmを有するアンテナ本体を用い、第1アース部2 aの長さと第2アース部2 bの長さをそれぞれ調整した場合の450MHz及び300MHzでの絶対利得を示すものである。

【0059】

【表1】

周波数(MHz)	450							300	
	66							100	
波長(cm)	なし	8	10	16	16	20	33	25	
第1アース部(2a)(cm)	なし	8	8	8	8	8	8	8	12
第2アース部(2b)(cm)	なし	なし	8	なし	8	8	8	8	12
利得(dB)	-6.86	-1.61	-2.55	0.94	2.07	-0.98	2.20	2.55	

【0060】表1から、周波数450MHzの場合に、第1アース部2 aが波長66cmの約4分の1、ならびに約2分の1の長さを有している場合に実際に利得が増加することが分かる。また、第2アース部2 bを波長66cmの8分の1の長さで設けると、第1アース部2 aの長さが4分の1波長で一定であるにもかわらず、利得が増加することが分かる。また、第2アース部2 bの条件を同じにして、第1アース部2 aの長さを4分の1

波長の整数倍で長くすると利得が増加することも分かる。なお、利得の絶対値はそれほど高くならないものの、第1アース部2 aの長さが8分の1波長になるときにも、利得のピークが存在し、第1アース部2 aがその前後の長さを有するときに比べると利得が増加し、いわんや地導体線部を全く設けない場合に比べれば明らかに利得が増加する。周波数300MHzの場合も、第1アース部2 aが波長100cmの4分の1、第2アース部

2 bが波長の約8分の1の長さを有している場合に利得が増加することが判明した。

【0061】また、上記の実施形態においては、第1アース部2 a及び第2アース部2 bによって、アンテナ本体Bを囲むようにして地導体線部2を形成する構成としたが、図10に示すように、第1アース部71 aと第2アース部71 bとによって、地導体線部71を略直線状に形成する構成としてもよい。すなわち、図10において、第1アース部71 aは、上述の第1アース部2 aに対応するものであって、中心周波数の電波の波長の4分の1の長さで、第2アース部71 bの延長線をなすように形成される。また、整合用の整合インダクタンス部42 Aは、アンテナ本体Bの給電口3から延出して接続点Gに接続するパターンにより形成される。インピーダンス整合部4は、同軸ケーブルCの内部導体が接続される接続点Sとアンテナ本体Bの給電口3との間に電気的に直列に挿入された整合キャパシタンス部41と、給電口3と地導体線部2の第1アース部2 aとともに電気的に接続された整合インダクタンス部42 Aとから構成され、全体として電波送受信系回路の50Ωのインピーダンスと整合が取れるよう設けられている。ここで、整合キャパシタンス部41は、450MHzで3pFを有し、プリント基板X上に実装され、整合インダクタンス部42

Aは、450MHzで約5nHを有するよう、プリント基板X上に形成された鉤形の導体パターンからなり、給電口3に一端が電気的に接続され、接続点Gに他端が電気的に接続されている。また、周波数調整キャパシタンス部5は、450MHzで2.5pF、300MHzで4.7pFの容量を有し、接続点P Oと第2アース部71 bの終端部Q 2との間に、コンデンサー51 a、51 bが電気的に直列に挿入されるようにしてプリント基板X上に実装されて構成されている。そして、コンデンサー51 a、51 bを二つ有することで容量の微調整が可能となっている。この他、図1～図9に対応する部分は同一の符号を付し、ここではその説明を省略する。

【0062】この変形例によれば、地板（地導体線部）を直線状にしたので、これを輻射素子として有効に機能させることができとなり、アンテナとしての特性（利得や指向性など）を一層向上させることができになる。表2は、図7に示されたアンテナAにおいて、外形寸法として、長さ26mm、幅5mm、厚さ2mmを有するアンテナ本体を用い、第1アース部71 aの長さと第2アース部71 bの長さをそれぞれ調整した場合の450MHz及び300MHzでの絶対利得を示すものである。

【0063】

【表2】

周波数(MHz)	波長(cm)	450							300
		66							
第1アース部(71a)(cm)	なし	8	10	16	16	20	33	25	
第2アース部(71b)(cm)	なし	なし	8	なし	8	8	8	12	
利得(dBi)	-6.86	-1.52	-2.45	1.11	2.32	-0.55	2.47	2.79	

【0064】表2から、周波数450MHzの場合に、第1アース部71 aが波長6.6cmの約4分の1、ならびに約2分の1の長さを有している場合に実際に利得が増加することが分かる。また、第2アース部71 bを波長6.6cmの8分の1の長さで設けると、第1アース部71 aの長さが4分の1波長で一定であるにもかわらず、利得が増加することが分かる。また、第2アース部71 bの条件を同じに、第1アース部71 aの長さを4分の1波長の整数倍で長くすると利得が増加することも分かる。なお、利得の絶対値はそれほど高くならないものの、第1アース部71 aの長さが8分の1波長になるときにも、利得のピークが存在し、第1アース部71 aがその前後の長さを有するときに比べると利得が増加し、いわんや地導体線部を全く設けない場合に比べれば明らかに利得が増加する。周波数300MHzの場合も、第1アース部71 aが波長10.0cmの4分の1、第2アース部71 bが波長の約8分の1の長さを有している場合に利得が増加することが判明した。また、本実施形態によれば、アンテナ本体を囲むように地導体線部を設けた場合に比べて利得が増加していることが分かる。ただし、アンテナ本体を囲むように地導体線部を設

けた場合は、全体寸法を小型化することができ、このとき、表1及び表2を比較すれば分かるように、表2の利得の値に対して表1の利得の値がそれほど下がらない。このように、地導体線部の形状を図8や図10のように変更して、利得を高めにするか、あるいは、全体寸法を小さめにするか、適宜選択することができる。

【0065】なお、アース部としての地導体線部の形状は、図8や図10に示すものに限らず、アンテナを内設する装置の筐体に合わせて、これ以外の形状をとるものであってもよいことは言うまでもなく、上記の実施形態に限定されるものではない。

【0066】上記の第二の実施形態においては、図8～図10に示すように、周波数調整キャパシタンス部5が接続点P Oと第2アース部2 bの終端部Q 2との間に挿入され、アンテナ本体Bの外側に接続される構成としたが、周波数調整キャパシタンス部5がアンテナ本体Bの内部に設けられ、第2アース部2 bの終端部Q 2がアンテナ本体Bの接続点P Oに直接接続される構成としても無論構わない。

【0067】さらには、上記第一の実施形態のように、接続点P Oに第2アース部2 bの終端部Q 2を直接接続

し、接続点P Oに周波数調整キャパシタンス部5を構成する一の電極を形成し、一方、アンテナ本体Bには、前記一の電極と協働して周波数調整キャパシタンス部5を構成する二の電極を設け、アンテナ本体Bがプリント基板X上に実装されることによって、前記一の電極と前記二の電極とで周波数調整キャパシタンス部5が構成されるようにしてもよい。この場合、アンテナ本体Bとプリント基板Xとの距離及び位置等を調整することによって、周波数調整キャパシタンス部5のキャパシタンス値、換言すれば、電波の送受信に用いられる中心周波数を柔軟に調整することができる。

【0068】以上述べてきたように、このようなアンテナAを、電波を送受信する各種通信機器を含めた電波の送受信機能を有する各種機器といった、ある使用中心周波数で電波を送信あるいは受信する送受信アンテナを有する電波送受信装置の送受信アンテナとして用い、アンテナAの中心周波数を前記使用中心周波数に設定して用いれば、アンテナAが小形で高利得であるため、電波送受信系の回路も含め電波送受信装置の小形化を図ることができる。

【0069】なお、ここでは、最も実用的で好ましい実施形態であると考えられるものについて説明したが、本実施形態に限られることはなく、当業者ならば実施するであろう程度に自明な変更も無論可能である。

【0070】とくに、共振部の数は、2個に限定される必要はなく、3個以上であっても構わない。ただし、アンテナ全体の共振周波数が電波の送受信に用いられる中心周波数以外の部分にも現れやすくなり、全体の利得が低くなりやすい。

【0071】

【発明の効果】以上述べてきたように、本発明によれば、インダクタンス部とキャパシタンス部とが電気的に並列に接続された共振部が、電気的に直列に複数接続されてなるアンテナ本体を有したアンテナであって、複数の共振部は、これらの周波数特性曲線が共振の幅の部分で少なくとも一部重なり合ってそれぞれ同じ規準共振周波数で共振するように構成され、アンテナ本体は、共振部が結合されて規準共振周波数と異なる共振周波数を少なくとも一つ有するように構成され、この共振周波数が電波の送信あるいは受信に用いられる中心周波数とされているので、アンテナの利得を増加させることができる。

【0072】また、本発明によれば、中心周波数は、規準共振周波数より高い周波数とされており、とくに、中心周波数が前記規準共振周波数の2倍よりも大きい値となるように構成されているので、アンテナの利得を増加させることができる。

【0073】また、本発明によれば、アンテナ本体に共振周波数を調整する周波数調整キャパシタンス部が電気的に直列に接続されているので、共振部が共振する規準

共振周波数と異なる共振周波数でアンテナを共振させることができ、その共振周波数の値を調整することができる。そして、これによりアンテナの利得を増加させることができる。

【0074】また、本発明によれば、このとき、周波数調整キャパシタンス部は、前記アンテナ本体の給電される側と反対の側の一端と、接地されたアース部との間に接続されているので、アンテナ本体がアース部と協働して、全体として、共振部の共振する規準共振周波数と異なる共振周波数で振動するようになり、この全体の共振周波数を、周波数調整キャパシタンス部のキャパシタンスの値によって使用する所望の中心周波数に調整することができる。

【0075】また、本発明によれば、アンテナ本体のインダクタンス部は、軸線を中心とした螺旋状もしくは螺旋に近似し得る角形状をなす導体からなるコイル部を有し、このコイル部の軸線が同一直線状に揃えられており、導体の軸線を一周する部分の少なくとも一つは、軸線に対して傾斜した平面内に略含まれているので、アンテナの利得を増加させることができる。

【0076】また、本発明によれば、共振部は、二つ直列に接続されているので、アンテナの利得を増加させることができる。

【0077】また、本発明によれば、電波を送信あるいは受信する送受信アンテナを有する電波送受信装置の送受信アンテナとして、本発明に係るアンテナを用いるので、送受信アンテナが小形で高利得となり、電波送受信装置の全体寸法を小さくすることができる。

【0078】また、本発明によれば、インダクタンス部とキャパシタンス部とを電気的に並列に接続し、それぞれ略同じ規準共振周波数で共振するよう複数の共振部を作製する共振部作製工程と、複数の共振部を電気的に直列に接続して規準共振周波数より高い共振周波数を少なくとも一つ有するアンテナ本体を作製するアンテナ本体作製工程と、アンテナ本体に周波数調整キャパシタンス部を電気的に直列に接続して共振周波数を調整し、規準共振周波数より高い共振周波数の一つを電波の送信あるいは受信に用いられる中心周波数に一致させる周波数調整工程とを有しているので、複数の共振部を低周波側の共振周波数で同相で振動するよう構成することができ、高周波側の共振周波数で高い利得を得ることができます。そして、低周波側の共振周波数における利得よりも高い利得で電波を送受信することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る一実施形態を示す図であって、アンテナの一例を示す斜視図である。

【図2】 図1の上面図であって、コイル部の拡大図である。

【図3】 本発明に係るアンテナ積層構造を模式的に示す図である。

【図4】 本発明に係るアンテナの等価回路を示す図である。

【図5】 本発明に係るアンテナの放射パターンを示す図である。

【図6】 本発明に係る一実施形態を示す図であって、アンテナ本体の変形例を示す斜視図である。

【図7】 本発明に係る一実施形態を示す図であって、アンテナ本体の他の変形例を示す斜視図である。

【図8】 本発明に係る他の実施形態を示す図であって、アンテナの基板上に形成された地導体線部を示す図である。

【図9】 図8に示すアンテナの等価回路を示す図である。

【図10】 本発明に係る他の実施形態を示す図であって、アンテナの基板上に形成された地導体線部の変形例を示す図である。

【符号の説明】

A . . . アンテナ

B . . . アンテナ本体

C . . . 同軸ケーブル（給電線）

E1, E2 . . . 共振部

E11, E21 . . . インダクタンス部

E12, E22 . . . キャパシタンス部

O . . . 基準点（始端）

Q1 . . . 終端部（一の終端）

Q2 . . . 終端部（二の終端）

X . . . プリント基板（基板）

2 ; 7 1 . . . 地導体線部

2a . . . 第1アース部（接地されたアース部）

2b . . . 第2アース部

3 . . . 給電口

4 . . . インピーダンス整合部

41 . . . 整合キャパシタンス部

42 . . . 整合インダクタンス部

5 . . . 周波数調整キャパシタンス部

10, 20, 30, 40 . . . 基板

10a, 10b . . . コイル部

20a, 20b . . . コンデンサー部

11a, 11b . . . 導体パターン

12a, 12b . . . 導体パターン

13a, 13b . . . コイル導体部

14a, 14b . . . 開口部

15a, 15b . . . ターン部（軸線を一周する部分）

21a, 21b . . . 導体パターン

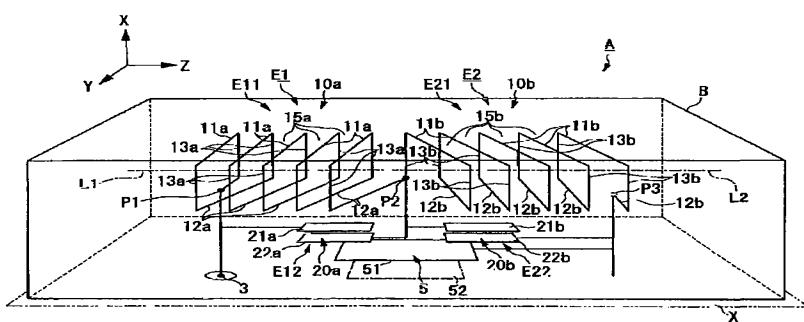
22a, 22b . . . 導体パターン

41 . . . 整合キャパシタンス部

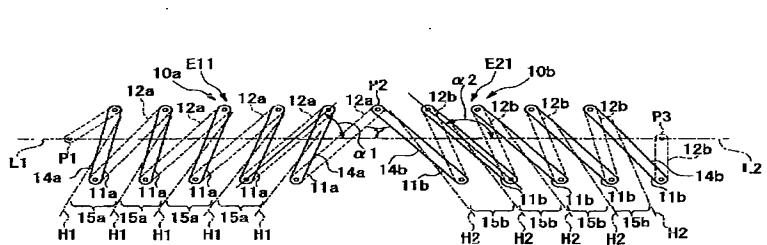
42; 42A . . . 整合インダクタンス部

51, 52 . . . 電極

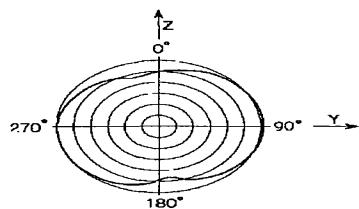
【図1】



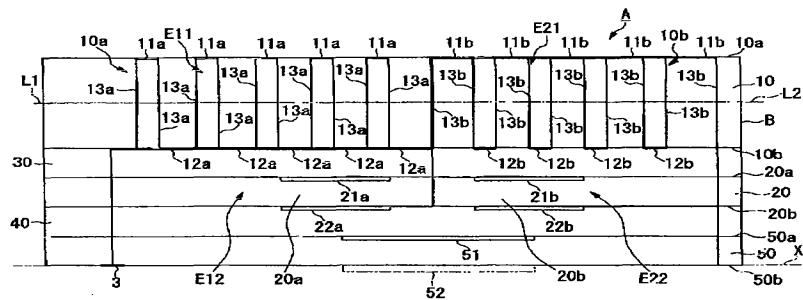
【図2】



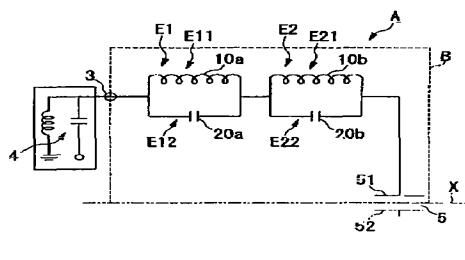
【図5】



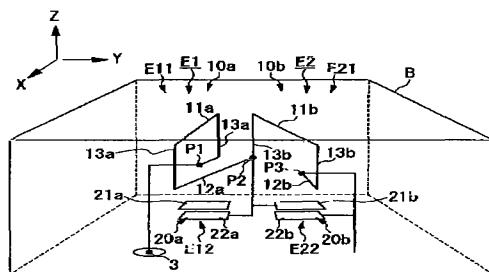
【図3】



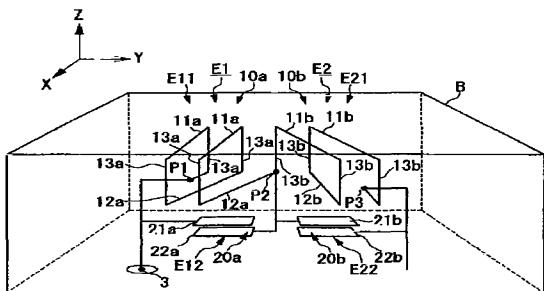
【図4】



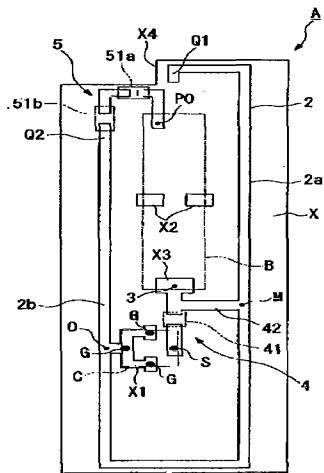
【図6】



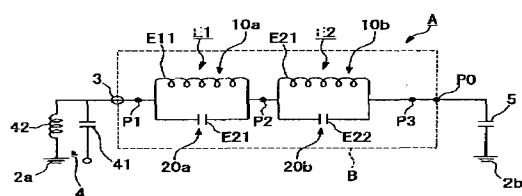
【図7】



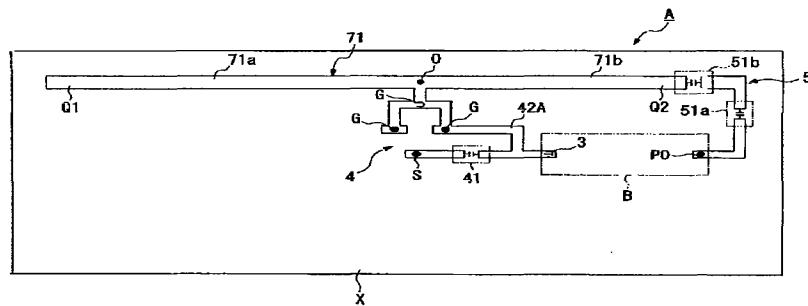
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72) 発明者 千葉 敏幸
東京都文京区小石川一丁目12番14号 三菱
マテリアル株式会社移動体事業推進本部内

(72) 発明者 杉村 詩朗
石川県金沢市打木町東1414番地 株式会社
エフ・イー・シー内
(72) 発明者 小林 英樹
石川県金沢市打木町東1414番地 株式会社
エフ・イー・シー内
F ターム(参考) 5J046 AA03 AB06 PA07